

Técnicas para la rehabilitación de cubiertas (I)

ANA SANCHEZ-OSTIZ GUTIERREZ, DRA. ARQUITECTO

RESUMEN. En este primer artículo, se pretende señalar las premisas de partida necesarias para diseñar adecuadamente soluciones constructivas para la rehabilitación de cubiertas de edificios.

La rehabilitación de cubiertas ha de dar respuesta a las exigencias de habitabilidad actuales y debe cumplir la normativa vigente sobre esta materia, además de reparar las lesiones o patologías que se presenten durante la vida útil.

SUMMARY. In this first article, the initial premises necessary to correctly design construction solutions when restoring buildings' roofs are established.

The restoration of roofs must respond to current dwelling requirements and must also comply with roofing legislation already in use, in addition to repairing damage which occurs during its life service.

INDICE GENERAL

1. Introducción 2. Definición. Componentes 3. Clasificación de las cubiertas 4. Exigencias actuales de las cubiertas 5. Tipologías tradicionales de cubiertas 6. Patologías en cubiertas 7. Conclusión

1. INTRODUCCION

Este artículo es el primero de una serie que se publicará en los próximos números. La tesis doctoral **Rehabilitación de edificios. Aplicación de Técnicas industrializadas** ha servido como base para la elaboración de este trabajo.

2. COMPONENTES (DEFINICIONES)

Se denomina cubierta al conjunto de elementos constructivos que integran el cerramiento superior de una edificación, generalmente comprendidos entre la superficie inferior del último techo habitable y el acabado superior en contacto con el ambiente exterior.

Dentro del sistema constructivo global de un edificio, la cubierta constituye el sub-sistema de cierre horizontal o inclinado.

Como veremos más adelante, el sub-sistema cubierta puede estar formado por uno o varios de los siguientes componentes:

Estructura resistente Tiene la misión de absorber los esfuerzos mecánicos que recibe el conjunto de la cubierta. Aunque en algunos casos no forma parte de la cubierta, su comportamiento influye en el de la misma. En otros casos puede constituir simultáneamente la estructura resistente y el soporte de cobertura (ej. forjados inclinados de hormigón).

Soporte de cobertura Tiene la misión de formar los faldones de la cubierta, como elemento intermedio entre la estructura resistente y la cobertura.

Cobertura Tiene la función de defender a las capas interiores de los agentes atmosféricos. Puede estar constituida por un elemento continuo (lámina impermeabilizante) o por piezas independientes adecuadamente colocadas, que garanticen la impermeabilización.

Aislamiento térmico Elemento constructivo que reduce las pérdidas o ganancias de calor en las distintas épocas del año. Generalmente casi todas las viviendas a rehabilitar no disponen de este componente y será necesario incorporarlo para cumplir las exigencias de la NBE-CT-79.

Evacuación de aguas Componente necesario generalmente, para el buen funcionamiento de la cubierta.

3. CLASIFICACION DE LAS CUBIERTAS

3.1 Según su comportamiento higrotérmico

Cubiertas calientes Sin cámara de aire o con cámara no ventilada. El cerramiento que separa el interior del exterior generalmente está formado por una sola hoja o en algunos casos por dos hojas, que forman entre ellas una cámara de aire totalmente cerrada. Dichas hojas pueden estar compuestas a su vez por una o varias capas de materiales diferentes.

Cubierta fría Con cámara de aire ventilada. El cerramiento que separa el interior del exterior está constituido por dos hojas que forman entre ellas una cámara de aire ventilada. Dichas hojas también pueden estar compuestas a su vez por una o varias capas de materiales diferentes. Si esta cámara no está suficientemente ventilada, su comportamiento se aproximará al de la cubierta caliente.

CUBIERTAS		PENDIENTE
Horizontales (1)	Transitables	1 a 3 %
	No transitables	1 a 15 %
	Ajardinadas	1 a 3 %
Inclinadas	Fibro cemento	> 10 %
	Galvanizados (2)	> 10 %
	Aleaciones ligeras	9 a 57 %
	Pizarras	57 a 173 %
	Sintéticas	> 5 %
	Tejas (3)	27 a 173 %
	Zinc	9 a 57 %
<p>(1) En la norma NBE-QB 90, Cubiertas con materiales bituminosos, artículo 3.5. se permiten pendientes menores que el 1% en las denominadas cubiertas de agua, que son aquellas en las que existe agua permanentemente.</p> <p>(2) Si en lugar de chapa es un panel, la pendiente puede tener hasta un 2%.</p> <p>(3) Recomendable 30% a 45%</p>		

Figura 1

3.2 Siguiendo el criterio de la CT-79

Se consideran como cerramientos de techo o cubiertas:

- Cubiertas inclinadas < 60° con la horizontal.
- Cubiertas horizontales.
- Cubiertas bajo el terreno.

3.3 Según las pendientes, siguiendo el criterio de la NTE

En la figura 1 se refleja la clasificación de cubiertas según sus pendiente, Norma NBE-QB-90

4. EXIGENCIAS ACTUALES DE LAS CUBIERTAS

Las cubiertas de los edificios debe dar respuesta a exigencias funcionales y de habitabilidad, en muchos casos reguladas por normas. Estas exigencias son de:

- Control ambiental.
- Seguridad.
- Estéticas.
- Durabilidad.

4.1 Control ambiental

Las exigencias de control ambiental en las cubiertas son:

- Térmicas
- Higrotérmicas
- Acústicas
- Impermeabilidad y evacuación de agua y nieve
- Radiación Solar
- Iluminación

4.1.1 Exigencias térmicas

El diseño de la cubierta implica el control de las pérdidas y ganancias de calor a través de la superficie de la cubierta, amortiguando los efectos de las temperaturas extremas y disminuyendo el consumo de energía de distintas clases necesario para conseguir una climatización adecuada.

Las exigencias mínimas de comportamiento térmico que deben reunir los cerramientos de los edificios, están reguladas por la NBE-CT-79. Debido a ello es necesario incorporar el aislamiento térmico en la rehabilitación de cubiertas, para cumplir los objetivos de esta Norma:

- Ahorro de energía.
- Aumento del bienestar térmico.
- Eliminación de condensaciones.
- Corregir o suprimir puentes térmicos.

4.1.2 Exigencias higrotérmicas

Se deben evitar las humedades de condensación superficiales e intersticiales, así como las humedades esporádicas que causen daños a otros elementos.

Igualmente debe eliminarse el agua de construcción y alcanzarse la humedad de equilibrio en todos los elementos constructivos, antes de colocar las láminas impermeabilizantes, de lo contrario pueden originarse diversas patologías como, abombamientos en las citadas láminas por la presión del vapor de agua producido por la evaporación del agua de obra, durante el periodo de secado.

4.1.3 Exigencias acústicas

Debe cumplirse lo especificado en la Norma NBE CA-88.

El aislamiento mínimo a ruido aéreo, exigible en cubiertas, es de $R > 45$ dBA

En azoteas transitables, el nivel de sonido de impacto normalizado, L_n , en el espacio subyacente será de $L_n < 80$ dBA

Para que se cumplan estos valores la masa del conjunto de cubierta tiene que tener los siguientes valores:

- $m > 234$ Kg/m² ruido aéreo.
- $m > 440$ Kg/m² en azoteas transitables para ruido de impacto.

4.1.4 Impermeabilidad y evacuación de aguas

La cubierta ha de ser estanca y permitir la recogida y evacuación rápida de agua y nieve para evitar sobrecargas y reducir el riesgo de filtraciones. Por eso es importante que todo tipo de cubierta tenga algo de inclinación.

En las cubiertas horizontales se suele fijar como pendiente mínima el 1%. La estanqueidad en estas cubiertas exige la presencia de un material continuo impermeable, sin grietas, con juntas si son necesarias, estancas e impermeables, ya que de lo contrario, la pequeña velocidad de evacuación del agua, la acción del viento y la posibilidad de formación de charcos originarían filtraciones. Debe cumplirse la NBE-QB-90. **Cubiertas con materiales bituminosos.** La Norma fija las características de las láminas, de su colocación para conseguir una estanqueidad asegurada con garantía de vida útil de diez años, como mínimo, en condiciones normales de uso y mantenimiento.

Han de cuidarse especialmente los encuentros de la cubierta con los puntos singulares: chimeneas de humos y ventilaciones, instalaciones, paramentos verticales, medios de evacuación de agua, etc.

La estanqueidad es exigible incluso en el caso de agrietamiento o fisuración previsible de la obra gruesa.

4.1.5 Radiación solar

La acción de la radiación solar produce fundamentalmente dos efectos:

Acción destructiva de las radiaciones ultravioletas sobre algunos tipos de materiales utilizados en la impermeabilización y en el aislamiento de las cubiertas, acelerando su envejecimiento. Por lo tanto afectan a su durabilidad. Esto exige una protección adecuada de estos materiales contra esta acción destructora.

Las radiaciones infrarrojas producen aumento de temperatura de los materiales que las absorben, lo cual podrá producir en ellos dilataciones importantes diferentes de las de los materiales con los que esté en contacto, volatilización de componentes, rigidización progresiva de los productos bituminosos, etc.

Las radiaciones infrarrojas solares tienen especial importancia en ambientes situados debajo de las cubiertas con claraboyas y lucernarios, porque pueden llegar a experimentar importantes aumentos de su temperatura debido al efecto **invernadero** que puede producirse en ellos.

4.1.6 Iluminación

La iluminación natural a través de la cubierta, puede obtenerse por huecos de paso de luz protegidos por diversos sistemas de cerramiento:

- Lucernarios.
- Claraboyas.
- Tragaluces.
- Troneras.
- Cubiertas en diente de sierra.

La cantidad de luz será función de la:

- Orientación de la superficie de la cubierta que contiene los huecos de paso de luz.
- Relación de la superficie del suelo a iluminar, con la superficie acristalada.

4.2 Exigencias de seguridad

La cubierta de un edificio debe dar respuesta válida de seguridad:

- Estructural.
- Contra incendios.
- Frente a allanamiento del edificio a través de ella.
- De uso y mantenimiento.

4.2.1 Estructural

Todos los elementos constructivos de la cubierta deben diseñarse y construirse para que no sufran movimientos o daños por las acciones que se especifican en la NBE-AE-88: Acciones gravitatorias, de viento, térmicas, reológicas, de deformación, sísmicas, etc. Además, no es suficiente que el elemento

estructural principal no sufra daños o se caiga, es necesario también que:

La teja no se mueva, haga ruido, salga volando por la acción del viento o se deslice con la nieve.

A las placas de fibrocemento, acero, aluminio o plástico no les pase lo mismo.

Las láminas no adheridas y los aislantes térmicos en la cubierta invertida no vuelen, etc.

4.2.2 Contra incendios

Los elementos que componen la cubierta deben resistir un fuego de intensidad dada sin que se produzca la propagación del fuego, humos y gases. Además la cubierta debe servir de barrera contra la propagación del fuego hacia y desde los edificios vecinos.

Debe cumplir lo especificado en la **Norma NBE-CPI-91. Condiciones de protección contra incendios en los edificios.**

4.2.3 Allanamiento del edificio

La facilidad de acceso al edificio a través de cubiertas ligeras, de lucernarios, de salidas de emergencia, son parámetros que tienen en cuenta las Compañías de Seguros al fijar el importe de la Póliza de Aseguramiento del contenido del edificio. De ahí la necesidad al diseñar de tener en cuenta este coste de utilización que ha de sumarse al coste de construcción para obtener el Coste global del edificio.

4.2.4 De uso y mantenimiento

Si la cubierta es transitable, el perímetro deberá estar protegido por antepechos o barandillas. La norma **NBE-QB-90** en el artículo 1.3.4, establece la altura de dichos elementos en función de la altura de caída:

Altura	Antepecho	Barandillas
≤ 25 m	> 0'95	≥ 1,00
> 25 m	≥ 1'05	≥ 1,10

Se deben prever las obras de mantenimiento y por consiguiente disponer los medios de seguridad que deban dejarse fijos en toda la superficie de cubierta, que permitan realizar con seguridad los trabajos de mantenimiento.

4.3 Exigencias estéticas

La cubierta es un elemento primordial del cerramiento: su forma y aspecto externo tienen un efecto dominante sobre el diseño completo. Al ser la cubierta la parte más expuesta del edificio, es fundamental la necesidad de resolver los problemas estéticos y técnicos que implica para lograr un resultado satisfactorio.

Sin embargo, la cubierta en la actualidad, salvo excepciones en naves industriales y edificios de baja altura, ha pasado a ser un elemento constructivo al que se dedica la ley del mínimo esfuerzo en el diseño. El hecho de que las cubiertas, en edificios altos, no se vean desde la calle, invitan a estudiarlas poco, por lo que esto no influye sólo en la estética sino también en el resultado de la solución constructiva.

4.4 Exigencias de durabilidad

Es la vida útil de los elementos de cubierta, con el uso previsto y el mantenimiento adecuado.

La durabilidad de la cubierta es función de la solución constructiva y de la calidad de los materiales y elementos constructivos que la componen, así como de sus condiciones de uso y mantenimiento. El grado de durabilidad de una cubierta se traduce en una exigencia de tipo económico que, para la vida útil previsible del edificio completo, lleva a tener que optimizar el costo global de la cubierta.

$$C_g = C_c + C_m + C_r$$

siendo:

- **C_g** = Costo Global de la cubierta.
- **C_c** = Costo de construcción de la cubierta = costo de contrato + costo de honorarios + costos fiscales y de legalización + costos financieros + costos varios.
- **C_m** = Costos de mantenimiento.
- **C_r** = Costo de reparación, reposición de elementos constructivos cuya vida es menor que la del edificio, y de reparación de daños por averías en la cubierta.

Los costos de mantenimiento son resultado directo de las decisiones de diseño formal y constructivo y de la calidad de ejecución, por lo que hay que buscar un equilibrio entre el **C_c** y el **C_m** para que **C_g** sea óptimo.

La vida útil de una cubierta se estima en 20-50 años. Su valor porcentual respecto del total del edificio, es variable en función del número de plantas.

Podría estimarse en:

$$C_c \text{ cubierta} = \frac{0,1}{n} C_c \text{ edificio}$$

n = Nº de plantas

No se incluye en el costo el valor de la estructura portante.

5. TIPOLOGIAS TRADICIONALES DE CUBIERTAS

Las tipologías que más frecuentemente encontramos en los edificios de viviendas que rehabilitar son las que figuran en los puntos que siguen.

5.1 Cubiertas planas

5.1.1 Cubierta caliente. Cubiertas sin cámara ventilada.

a) Sin lámina impermeabilizante. (Cubierta a la andaluza). Sobre el forjado se disponía una capa de pendiente, del 2 al 3 %, formada por carboncilla y cal. Encima dos capas de ladrillo taco tomado con mortero de cal y solería de ladrillo (figura 2).

b) Con lámina impermeabilizante.

b.1) Compuesta por una capa de hormigón de pendiente celular sobre el forjado horizontal, a la que se le confiaba la función más o menos aislante. Encima la impermeabilización, que puede ser autoprottegida o no. En este último caso llevaba una capa de protección o un pavimento, si era una azotea transitable (figura 3).

b.2) Se colocaba una barrera de vapor entre el forjado y el hormigón de pendiente. Encima de éste, una lámina impermeabilizante autoprottegida o una sin proteger y con lastre de grava cuando sea una azotea no transitable. En caso de que fuera transitable se disponía encima del impermeabilizante, el pavimento (figura 4).

b.3) En raras ocasiones estas cubiertas disponían de aislante térmico, por encima o por debajo.

c) Cubiertas invertidas. Hoy día encontramos patologías en cubiertas construídas recientemente mediante el sistema invertido, sistema que no se

puede considerar tradicional sino moderno. Se componen de hormigón de pendiente, lámina impermeabilizante, aislante de alta densidad y protección de grava o pavimento. Se explicarán con más detalle en el artículo de soluciones de rehabilitación.

5.1.2 Cubierta fría. Cubiertas con cámara ventilada

a) Sin lámina impermeabilizante. (Cubierta a la catalana). Sobre el forjado se levantaban tabiques de ladrillo hueco a cierta separación para permitir la ventilación. Sobre ellos, doble tablero de rasilla y solado de baldosín (figura 5).

b) Con lámina impermeabilizante. Constituía por tabiques de ladrillo hueco que sostienen doble tablero de rasilla. Encima tienen la lámina impermeabilizante, autoprottegida o solado de baldosín. En algunos casos, llevan aislante entre tabiques.

Aunque no es frecuente, se dan casos donde esta cámara es transitable para mantenimiento o desván (figura 6).

5.2 Cubiertas inclinadas

5.2.1 Cubierta caliente

Sin cámara o con cámara sin ventilar. Fundamentalmente están formadas por forjados inclinados sobre los cuales se apoyan los elementos

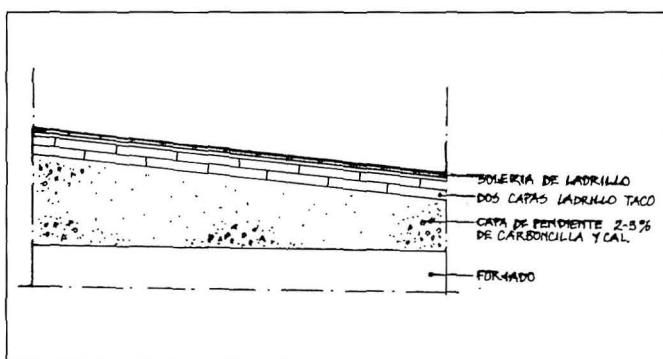


Figura 2

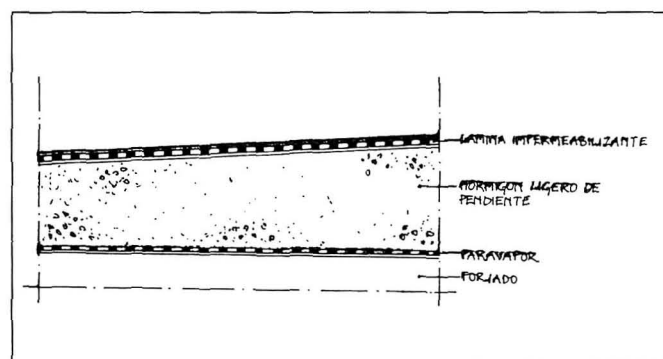


Figura 4

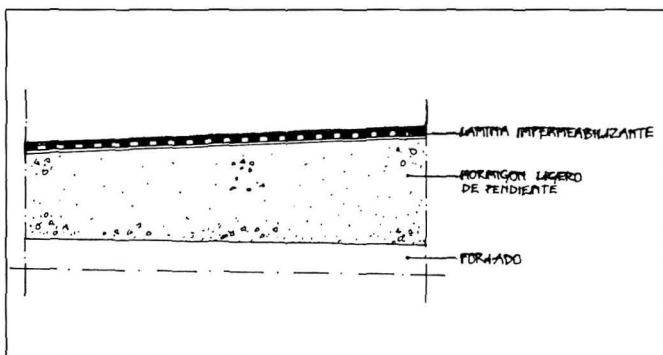


Figura 3

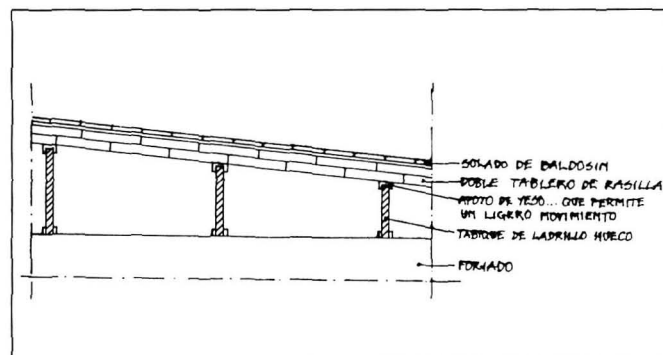


Figura 5

de cobertura. O también estructuras lineales de vigas o cerchas, sobre las que se colocan cabios o correas y/o tableros, que forman los faldones que reciben la cobertura (figura 7).

5.2.2 Cubierta fría

a) Apoyada sobre forjado. Con cámara ventilada, transitable o no. Generalmente se han construido con tableros de diversas clases, sustentados por tabiques palomeros apoyados a su vez sobre el último forjado horizontal del edificio. Sobre estos tableros apoya la cobertura (figura 8).

b) Apoyada sobre cerchas inclinadas y tablero, para apoyo de la cobertura, con falso techo y ventilación entre éste y las cerchas (figura 9).

6. PATOLOGIAS EN CUBIERTAS

La cubierta es, normalmente, el sub-sistema del edificio más castigado, ya que los agentes atmosféricos y algunas otras acciones inciden sobre él más directamente y con mayor frecuencia e intensidad que sobre el resto del edificio.

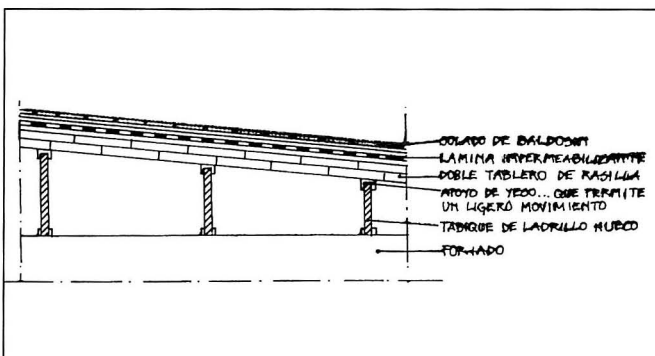


Figura 6

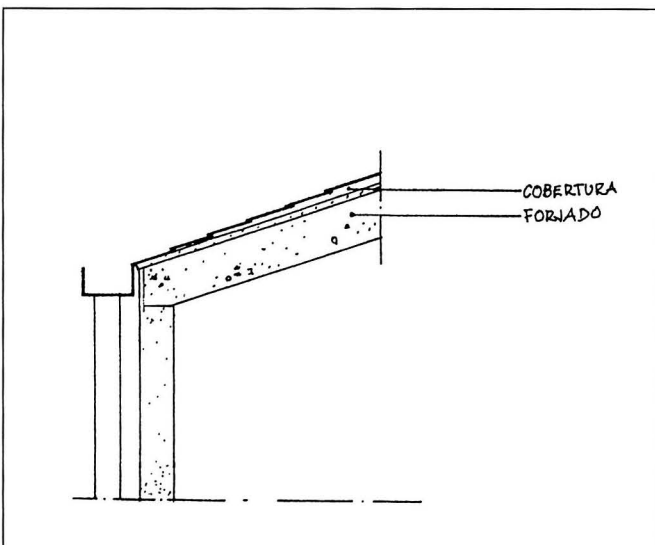


Figura 7

Las causas de que las cubiertas se deterioren se derivan del mal diseño de las soluciones constructivas, del uso de materiales no indicados, de una mala ejecución y de una vigilancia e inspección inadecuadas.

Para el estudio de las patologías de cubiertas, podemos seguir la siguiente metodología: análisis del comportamiento de los distintos componentes mediante la observación de las lesiones o deterioros y diagnóstico de las causas.

El comportamiento de los distintos componentes de cubierta quedan reflejados en las siguientes figuras:

- **Figura 10:** Comportamiento de la estructura resistente.
- **Figura 11:** Comportamiento del soporte de cubierta.
- **Figura 12:** Comportamiento de la cobertura.
- **Figura 13:** Comportamiento del aislamiento térmico, si existe.
- **Figura 14:** Comportamiento del sistema de evacuación.

De todas estas patologías, unas afectan a la seguridad y estabilidad del edificio, de una manera parcial o total y su rehabilitación es indispensable, mediante trabajos de refuerzo, consolidación o sustitución. No se comentan en este artículo ya que existen muchos estudios sobre el tema.

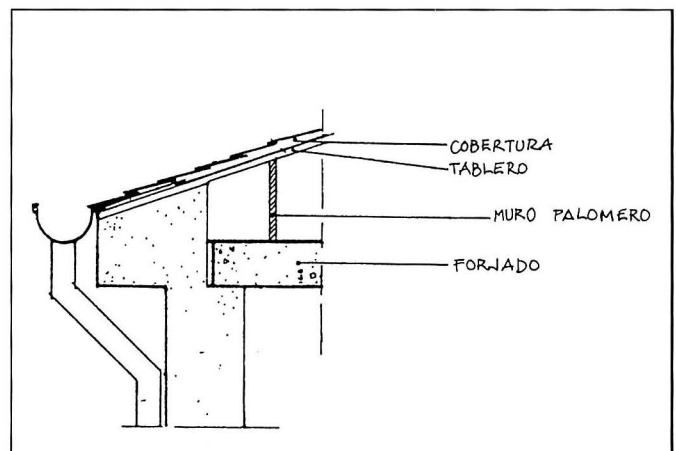


Figura 8

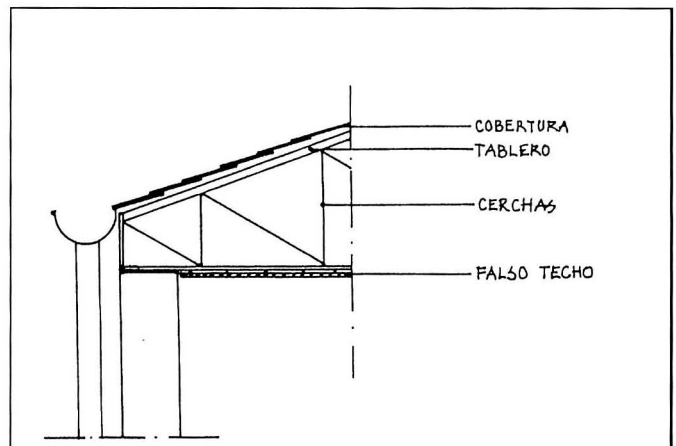


Figura 9

Las otras patologías se refieren a la funcionalidad, habitabilidad y bienestar. Un análisis realiza-

do por SECOTEC sobre 10000 siniestros producido a lo largo de 10 años señala que los problemas de

COMPORTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA RESISTENTE		
SINTOMATOLOGIA		CAUSAS DE LAS LESIONES
DEFORMACIONES	<div> <div>→</div> <div> Flechas Combas. Alabeos Grietas. Fisuras </div> </div>	<div> <div>→</div> <div> SOLICITACIONES MECANICAS Cargas Sobrecargas Viento </div> </div>
DESPLAZAMIENTOS DE APOYOS	<div> <div>→</div> <div> Desarticulación de nudos Separación de planos </div> </div>	<div> <div>→</div> <div> SOLICITACIONES TERMICAS </div> </div>
CAMBIOS DE DIMENSION	<div> <div>→</div> <div> Longitudinal Superficial Empujes laterales </div> </div>	<div> <div>→</div> <div> SOLICITACIONES REOLOGICAS Fluencia Retracción </div> </div>

Figura 10

COMPORTAMIENTO DEL SOPORTE DE COBERTURA			
SINTOMATOLOGIA			CAUSAS DE LESIONES
CUBIERTAS INCLINADAS CUBIERTAS PLANAS FRIAS	DEFORMACIONES	Flechas. Panzas Movimientos. Grietas Roturas de tableros	SOLICIT. MECANICAS Cargas Sobrecargas
	DESPLAZAMIENTOS DE APOYOS	Empujes en bordes Separación de planos	SOLICIT. TERMICAS Acc. Directa Acc. Transmitida
	CAMBIOS DE DIMENSION	Longitudinales. Superficiales Rotura de tableros Empujes laterales Desarticulación de nudos y tableros	HUMEDADES Penetración
	ALTERACION DE CARACTERISTICAS	Durabilidad. Cambio de constantes Corrosiones. Disgregación de materiales	
CUBIERTAS PLANAS CALIENTES	DEFORMACIONES	Panzas	SOLICIT. MECANICAS Sobrecargas
	CAMBIO DE DIMENSIONES	Roturas. Grietas. Fisuras Empujes laterales Desarticulación	SOLICIT. TERMICAS Acc. Directa Acc. Indirecta
	ALTERACION DE CARACTERISTICAS	Durabilidad Puntos térmicos	HUMEDADES Penetración

Figura 11

mayor incidencia en número e importe son los térmicos e higrotérmicos.

- Clasificación de las causas de los daños (figura 15).

Se comentan a continuación los problemas que más frecuentemente se presentan en las tipologías definidas en el apartado 5, debidos generalmente al comportamiento higrotérmico.

6.1 Patologías en cubiertas planas

1) En las cubiertas frías y calientes con cobertura de láminas impermeables que no tienen suficiente protección, la lámina impermeabilizante está sometida a las acciones severas del clima y a cambios térmicos, por lo que se pueden deteriorar más rápidamente.

COMPORTAMIENTO DE LAS COBERTURAS				
SINTOMATOLOGIA				CAUSAS DE LAS LESIONES
COBERTURA DE PIEZAS SOLAPADAS	DESEQUILIBRIO DE SU ESTADO	Desplazamiento. Movimientos		SOLICIT. TRAUMATICAS
		Penetraciones		Agentes exteriores
	ALTERACION DE CARACTERISTICAS	Roturas		VIENTO
		Pérdidas de piezas		
	ALTERACION DE CARACTERISTICAS	Disgregación. Pérdidas de material		CICLO HIELO-AGUA
		Roturas. Grietas		
COBERTURA DE PIEZAS CONTINUAS	DEFORMACIONES	Movimientos. Despegue		SOLICIT. MECANICAS
		Desgarros. Roturas		
	DESEQUILIBRIO DE DE SU ESTADO	Grietas. Fisuras		SOLICIT. TRAUMATICAS
		Punzonamientos. Penetraciones		
	ALTERACION DE CARACTERISTICAS	Roturas. Pérdidas de material		SOLEAMIENTO
		Envejecimiento		
	Pudriciones		CICLO HIELO-AGUA	
	Grietas. Desgarros. Roturas			

Figura 12

COMPORTAMIENTO DEL AISLAMIENTO TERMICO, SI EXISTE			
SINTOMATOLOGIA			CAUSAS DE LAS LESIONES
DEFORMACIONES	Rotura de carga directa	→	SOLICITACIONES MECANICAS Acc. por cargas Acc. Transmitidas Acc. Traumáticas
	Rotura por acompañamiento		
Aplastamientos			
ALTERACION DE CARACTERISTICAS	Pudriciones. Pérdida de material	→	ACCION BIOLOGICA
	Durabilidad	↘	HUMEDADES Penetración
Merma de características		↘	
DISGREGACION	Roturas. Grietas. Fisuras	→	CICLO AGUA-HIELO
	Durabilidad		

Figura 13

Los encuentros con puntos singulares: sumideros, chimeneas de humos o ventilación, faldones, instalaciones, etc., son puntos conflictivos ya que si no están bien resueltos o los materiales de sellado están deteriorados, pueden ser una vía de entrada de agua.

2) En las cubiertas tradicionales de tipo B1, punto 5.1.1, al hormigón de pendiente se le confiaba el papel de aislamiento. El espesor de dicho hormigón es variable y en el encuentro con los puntos de desagüe se reduce mucho, incluso es nulo, por lo que en estas zonas se producen puentes térmicos que pueden dar lugar a condensaciones.

Este hormigón solía tener mucha agua de construcción (amasado, lluvia, etc.) y al colocar encima la impermeabilización no le había dado tiempo a secarse del todo, debido a lo cual su poder aislante disminuye mucho con respecto al que se tendría en estado seco. Además la lámina impermeabilizante, actúa como paravapor, con el consiguiente riesgo de formación de condensaciones debajo de ésta.

3) Para solucionar esto, se construían las cubiertas tradicionales B2, punto 5.1.1., colocando un paravapor entre el forjado y el hormigón de pendiente. Sin embargo esto agrava más el problema, ya que entonces el hormigón celular, situado entre el paravapor y la lámina, no puede perder el agua de construcción.

Consecuencia de esto son que, el poder aislante queda reducido con respecto a su estado seco; en épocas frías se pueden producir condensaciones debajo de la impermeabilización con riesgo de destrucción por heladicidad del hormigón celular de pendiente; pueden producirse grandes cantidades de vapor de agua a partir del agua de construcción del hormigón de pendiente, que ejercen una gran presión bajo la impermeabilización ocasionándose

abombamientos y posibles roturas en la misma; la sobrecarga de cubierta es algo mayor al estar el hormigón húmedo, que la sobrecarga de proyecto.

Una solución era disponer chimeneas de aireación en la cubierta, agugereando la lámina impermeabilizante, con lo que aumenta el riesgo de entrada de agua.

Cuando a algunas de estas cubiertas se les incorporaba el aislamiento, podía suceder: que si éste se colocaba debajo o encima del hormigón de pendiente, el riesgo de condensaciones y abombamientos entre dicho hormigón y el impermeabilizante era el mismo tuviera paravapor o no en la parte inferior.

Cuando el aislante está sobre el hormigón de pendiente se reducen notablemente las dilataciones de éste y sus efectos, principalmente los empujes sobre otros elementos constructivos.

4) En las cubiertas frías, con cámara ventilada, las patologías que presentan son el insuficiente aislamiento, por ausencia del material aislante y por ventilación excesiva de la cámara.

5) En las cubiertas invertidas, construídas más recientemente, se están dando problemas derivados de la falta de mantenimiento, abombamientos del material aislante y problemas higrotérmicos si no se toman las precauciones que más adelante se describirán en el artículo de soluciones constructivas.

6.2 Patología en cubiertas inclinadas

1) Problemas derivados de la falta de mantenimiento.

2) Problemas derivados de la falta de aislamiento, en un porcentaje muy elevado en todas las vi-

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE EVACUACION		
SINTOMATOLOGIA		CAUSAS DE LAS LESIONES
MOVIMIENTOS →	Desplazamientos	SOLICITACION MECANICA Acciones exteriores Propio material
	Pérdida de material	
	Pérdida de piezas	SOLICITACION TERMICA
DESEQUILIBRIO DE SU ESTADO →	Desorganización de encuentros	
	Roturas de empalmes	ACCION DE OTROS COMPONENTES Base Soporte Aislamiento
	Obstrucciones	
	Retenciones	
	Penetraciones	OTRAS ACCIONES
	etc.	
	Obstrucciones	
	Roturas	

Figura 14

viendas anteriores a la norma NBE-CT-79. En cubiertas más modernas, a partir de los años setenta, podemos encontrar aislamientos que frecuentemente tienen una resistencia térmica insuficiente debido a que su espesor es pequeño y/o a que presentan una degradación del material aislante, incluso pérdida de parte del mismo.

3) Las cubiertas calientes mal resueltas generan unas condiciones ambientales que en algunos casos afectan gravemente al bienestar de los usuarios, tanto en verano como en invierno. En las cubiertas frías, la cámara ventilada permite un cierto confort higro-térmico, reduciendo la posibilidad de formación de condensaciones en invierno y el recalentamiento en verano.

4) Debido a acciones fundamentalmente mecánicas, higrotérmicas y reológicas se producen los defectos reseñados en las figuras 10, 11, 12, 13 y 14. Todas estas patologías, producen, falta de bienestar higrotérmico en el interior.

7. CONCLUSION

Una vez determinado el diagnóstico de las lesiones, el siguiente paso consiste en el estudio de soluciones.

En el próximo artículo se describen las posibles soluciones constructivas aplicables a las actuaciones de rehabilitación de cubiertas.

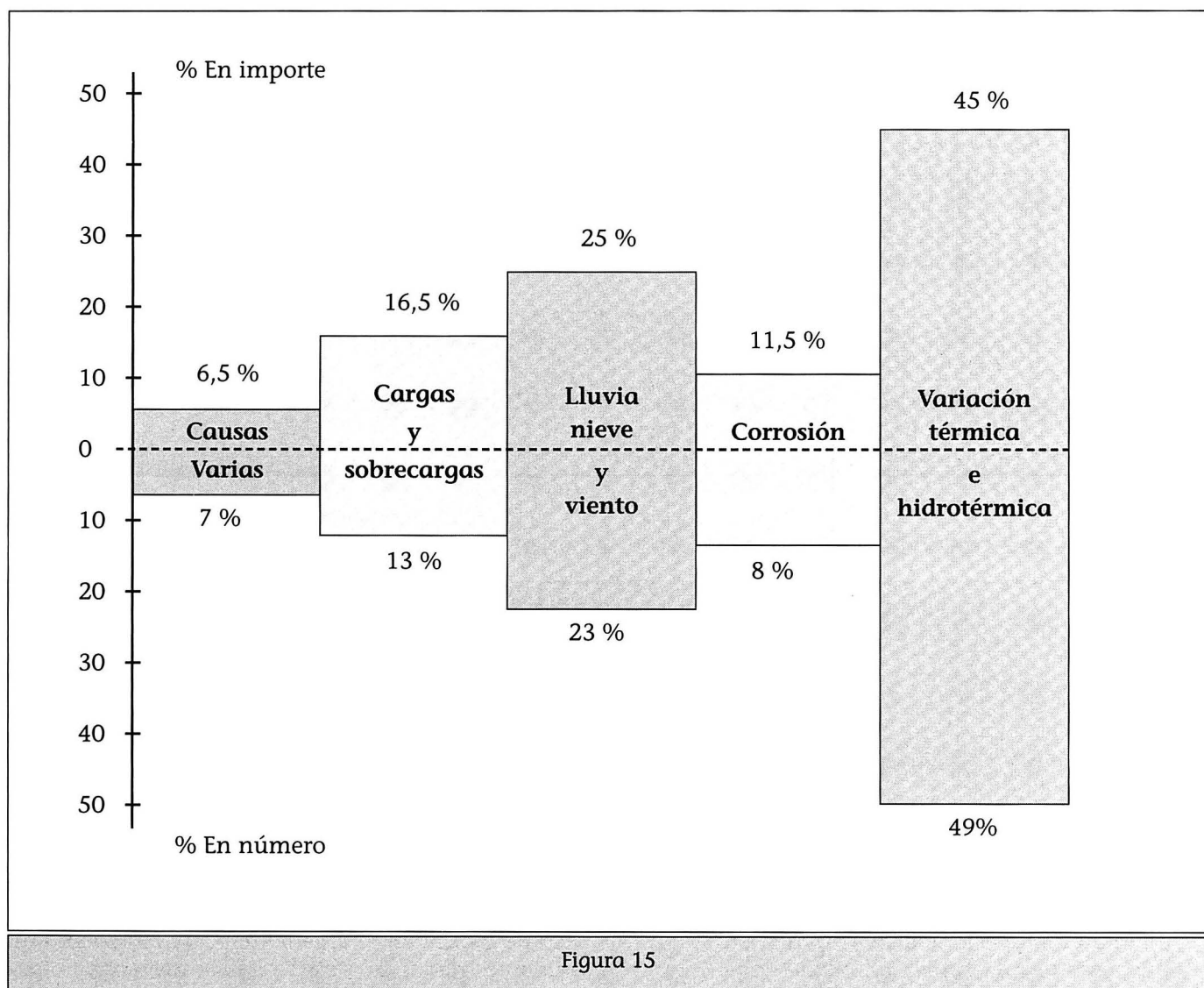


Figura 15